CETE Méditerranée

Les études

Tests de nouveaux outils communiquants pour le patrouilleur

Mars 2008

Améliorations de l'application TIGER

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
ministère de l'Écologie du Développement et de l'Aménagement durables

CETE Méditerranée

Les études

Etude pour le compte du CERTU

Tests de nouveaux outils communiquants pour le patrouilleur

date : Mars 2008

auteurs : Patrick Gendre, Didier Goudergues, Claude Inès, Marie-Amélie Horvath, CETE Méditerranée, DCEDI/TIER

résumé de l'étude :

L'idée de ce projet part d'un constat : les terminaux mobiles communiquants sont de plus en plus utilisés par les entreprises dans les applications professionnelles, y compris dans les métiers de l'exploitation et de l'entretien routiers ; ils disposent de plus en plus de la capacité de déterminer leur position et de prendre des images fixes ou animées. Pour un coût marginal limité, il devrait donc être possible d'apporter dans un avenir proche une fonctionnalité de transfert d'images géo-référencées depuis les mobiles aux outils des exploitants routiers, à condition de doter les terminaux mobiles acquis par les exploitants pour d'autres besoins opérationnels d'entretien ou d'exploitation de la capacité supplémentaire de prise de vue géo-localisée.

Notre objectif est d'une part de décrire d'une part une évaluation de terminaux mobiles communiquants GPS du point de vue de cette application de transfert d'images, d'autre part le test d'un prototype d'application informatique de transfert d'images, baptisé TIGER (pour **T**ransmission d'**I**mages **G**éolocalisées pour l'**E**xploitation **R**outière).

L'objet de ce document est de présenter de manière synthétique les principaux résultats obtenus et quelques perspectives à moyen terme: historique du projet, terminaux testés, application TIGER, services et logiciels existant sur le web, propositions de suites à donner.

Ce document s'adresse aux services techniques du ministère en demande de veille sur le sujet, mais plus largement à tous les gestionnaires de réseaux, notamment les villes et conseils généraux, ainsi qu'aux bureaux d'études.

zone géographique : Région PACA

nombre de pages : 22

n° d'affaire : 07C000310
maître d'ouvrage : CERTU
référence : devis du 06/11/07

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
ministère de l'Écologie du Développement et de l'Aménagement durables

SOMMAIRE

Introduction
Contexte
Objectifs et contenu du rapport
1. Historique du projet
1.1. A l'origine : le projet Serpe
1.2. Le prototype de transfert d'images patrouilleurs « TIGER version 1 »
2. Evaluation des terminaux
2.1. Objectif des tests
2.2. Le téléphone ... entre toutes les mains
2.3. Le PDA ... entre 2 chaises
2.4. Le Tablet PC ... cher mais comme à la maison
2.5. Prise de vue par caméra
3. Evaluation des logiciels
3.1. Présentation des applications TIGER
Principes fonctionnels et techniques
Diagramme de fonctionnement de l'application
Fonctionnement de TIGER caméra
Fonctionnement de TIGER web
3.2. Un premier bilan sur l'application TIGER
Performances du transfert d'images
Pilotage à distance de la caméra
Présentation de l'application aux patrouilleurs
Propositions d'amélioration
4. Services de transfert d'images et géolocalisation sur le web
4.1. Sportstracker : enregistrement de tournées
4.2. Shoot and Proof : certification de photos
4.3 Autres services
5. Propositions de suites à donner
5.1. Vers un cahier des charges fonctionnel
5.2. Eléments d'étude d'opportunité de déploiement de mobiles GPS
5.3. Suites possibles pour le prototype
ANNEXES.
Références
Glossaire

Introduction

Contexte

Le CETE Méditerranée a fait développer un prototype d'application de transfert d'images fixes ou animées depuis les véhicules d'intervention et de patrouille vers un serveur web, avec une consultation en temps différé. Le prestataire retenu est la société CIEL. Ces premiers développements ont fait l'objet d'un rapport à l'été 2007[1].

Les développements complémentaires prévus dans la 2ème tranche conditionnelle du marché ont été lancés au 2ème semestre 2007:
- commande à distance (tilt, azimut, zoom) de la caméra;
- image devrait pouvoir être visionnée en temps réel sur un serveur Internet grâce à un transfert du flux vidéo par voie radio (EDGE ou GPRS);
- possibilité d'envoi d'images par MMS/SMS depuis un téléphone portable.

Par ailleurs, le CETE a souhaité tester plusieurs terminaux GPS: téléphone, PDA, Tablet PC.
Il s'agit désormais de valider le bon fonctionnement de cette nouvelle version de l'application, l'utilisabilité de ces terminaux, et d'envisager les améliorations nécessaires pour un fonctionnement opérationnel.
Le projet a bénéficié de l'apport du travail de deux stagiaires de l'école de l'Air de Salon-de-Provence entre décembre et février 2008 (leur rapport détaillé est téléchargeable sur le site internet du CETE Méditerranée).

Objectifs et contenu du rapport

L'idée de ce projet part d'un constat : les terminaux mobiles communiquants sont de plus en plus utilisés par les entreprises dans les applications professionnelles, y compris dans les métiers de l'exploitation et de l'entretien routiers ; ils disposent de plus en plus de la capacité de déterminer leur position et de prendre des images fixes ou animées. Pour un coût marginal limité, il devrait donc être possible d'apporter dans un avenir proche une fonctionnalité de transfert d'images géo-référencées depuis les mobiles aux outils des exploitants routiers, à condition de doter les terminaux mobiles acquis par les exploitants pour d'autres besoins opérationnels d'entretien ou d'exploitation de la capacité supplémentaire de prise de vue géo-localisée.
Notre objectif est d'une part de décrire d'une part une évaluation de terminaux mobiles communiquants GPS du point de vue de cette application de transfert d'images, d'autre part le test d'un prototype d'application informatique de transfert d'images, baptisé TIGER (pour **T**ransmission d'**I**mages **G**éolocalisées pour l'**E**xploitation **R**outière).
L'objet de ce document est de présenter de manière synthétique les principaux résultats obtenus et quelques perspectives à moyen terme: historique du projet, terminaux testés, application TIGER, les services existant sur le web, propositions de suites à donner.

Ce document s'adresse aux services techniques du ministère en demande de veille sur le sujet, mais plus largement à tous les gestionnaires de réseaux, notamment les villes et conseils généraux, ainsi qu'aux bureaux d'études.

[1] http://www.cete-mediterranee.fr/tt13/www/article.php3?id_article=103

1. Historique du projet

1.1. A l'origine : le projet Serpe

Il existe de la part des exploitants routiers une demande forte pour obtenir des images d'accidents ou d'incidents en quasi temps réel pour les opérateurs au PC ou CIGT, en particulier dans les zones non couvertes par des caméras fixes, mais aussi pour permettre leur visualisation par des partenaires (décideurs en salle de crise, services de secours, etc.).
Le CETE Méditerranée a participé en 2005 aux tests d'un outil de saisie de main-courante embarquée[2] SERPE, dont la version fixe a été déployée à partir de 2007. L'application SERPE embarqué fonctionne sur un TabletPC durci sous Windows. A partir du moment où l'exploitant investit dans ce type de terminal (qui coûte environ 4k€ monté), il semblait intéressant d'envisager son utilisation pour d'autres applications. Le premier besoin apparu est celui de la transmission en **« temps réel », ou « quasi temps réel », d'images du terrain** prises depuis le véhicule de patrouille et d'intervention. En effet, lors de crises ou d'accidents graves, c'est la première chose que souhaitent obtenir un directeur ou un préfet. L'outil peut également avoir un intérêt pour des incidents moins graves, et pour la **gestion du patrimoine routier** (dégâts au domaine public par exemple). D'où l'idée de développer un **prototype d'application de transfert d'images fixes ou animées depuis les véhicules d'intervention et de patrouille vers un serveur web**, avec une consultation en temps différé.

1.2. Le prototype de transfert d'images patrouilleurs « TIGER version 1 »

Le cahier des charges de ce prototype a été rédigé en juillet 2006. Le titulaire du marché est la **société CIEL**, filiale de la SNEF, basée à la Seyne-sur-Mer. La tranche ferme a été commandée (16 k€) en septembre 2006, et a résulté en un état de l'art, des spécifications et un prototype. Le rapport est disponible en ligne : http://www.cete-mediterranee.fr/tt13/www/article.php3?id_article=103
Le prototype, baptisé **TIGER** (pour **T**ransmission d'**I**mages **G**éolocalisées pour l'**E**xploitation **R**outière), comprend (1) une caméra-dôme ou un appareil photo, (2) connecté via USB à un tablet PC communiquant (GPRS ou mieux EDGE) et équipé d'un GPS, (3) une application de transfert d'images sur le tablet PC, (4) et un serveur web archivant les images fixes ou animées horodatées et géoréférencées.
En termes de logiciel, il y a en fait deux applications :

- TIGER-caméra est un logiciel de pilotage de caméra depuis un PC[3]
- TIGER-web est un serveur d'images localisées, qui permet de retrouver les prises de vue envoyées depuis le terrain en quasi temps réel.

L'idée initiale de ce projet était d'apporter des **outils complémentaires à la main-courante embarquée**, qui pourraient fonctionner sur le même terminal embarqué acquis par l'exploitant. Il est vite apparu que le serveur web pouvait être valorisé indépendamment de la main-courante embarquée, et afficher aussi des images en provenance de simples téléphones portables ou d'appareils photo numériques, répondant ainsi à d'autres besoins de l'exploitation temps réel ou de la gestion de la route.
C'est pourquoi nous avons décidé de tester divers types de terminaux communiquants GPS (téléphone organiseur, tablette), d'autant plus que nous travaillons sur d'autres applications du GPS, par exemple pour les temps de parcours[4].

[2] application SERPE, voir http://www.cete-mediterranee.fr/tt13/www/article.php3?id_article=110
[3] en local, depuis le Tablet PC d'abord, la 2ème tranche des développements prévoyant un logiciel de pilotage à distance depuis un poste fixe de la caméra embarquée
[4] http://www.cete-mediterranee.fr/tt13/www/article.php3?id_article=144

2. Evaluation des terminaux

2.1. Objectif des tests

Il est fort probable que d'ici quelques années, tous les téléphones portables seront dotés d'un GPS intégré (ils possèdent déjà quasiment tous un appareil photo). Les patrouilleurs, qui possèdent bien souvent déjà un téléphone mobile, disposeront donc de fait dans quelques années (voire quelques mois) d'un outil de géolocalisation couplé à une possibilité de prise de vues, et permettant l'accès à Internet. La question qui se pose aujourd'hui aux exploitants n'est pas tant de savoir s'il savoir s'il faut investir dans des téléphones GPS, mais plutôt celle de savoir si les téléphones GPS peuvent répondre aux besoins de l'exploitation routière, du point de vue de l'application transfert d'images, et si ils peuvent aussi répondre à d'autres besoins applicatifs. Plus généralement, d'autres types de terminaux embarqués communiquants que les téléphones peuvent traiter cette application: organiseur, PC portable.

Afin de contribuer à cette réflexion sur les nouveaux outils communiquants pour les patrouilleurs et de valider leur intérêt pour les besoins de l'exploitation routière, notamment pour l'application de transfert d'images, sur les fonctionnalités de prise de vues, transmission d'informations, localisation GPS, nous nous sommes penchés sur 3 terminaux différents dotés d'un GPS :

- le téléphone portable (Nokia N95)
- le PDA (organiseur HTC X7500)
- le tablet PC (Panasonic Toughbook).

Pour notre étude, nous ne nous préoccuperons pas de l'acceptabilité des matériels par les agents, et nous nous sommes limités aux aspects techniques ou fonctionnels en vue de cerner le domaine d'utilisation de chaque type de terminal. Néanmoins, la question de l'acceptabilité des terminaux embarqués est réelle: elle doit être abordée en amont avec les utilisateurs potentiels. Hormis le fait que de nombreux patrouilleurs ne sont pas familiers avec ces technologies - voire réticents -, se pose la question de l'acceptabilité juridique d'un GPS embarqué qui pourrait servir à les « surveiller » pendant leur travail. La robustesse des matériaux pose également problème en utilisation terrain. En effet, même le Panasonic Toughbook laisse sceptiques les patrouilleurs quant à sa résistance aux chutes d'une camionnette par exemple.

En pratique, pour l'application de transfert d'images, il y a deux cas de figure:
- soit les services sont déjà équipés de terminaux mobiles, et il faudra s'assurer qu'ils soient compatibles avec notre application de transfert d'images (ou avec celle que souhaite déployer l'exploitant);
- soit ils ne sont pas déjà équipés, mais envisagent de le faire (en général pour d'autres besoins ou applications que le seul transfert d'images): nous recommandons qu'ils prennent en compte les besoins du transfert d'images, application utile et demandée par les agents, qui peut être installée sur les mêmes terminaux pour un coût marginal limité.

Concernant la localisation GPS, il faut choisir autant que possible un terminal compatible avec EGNOS et l'A-GPS (malheureusement ce n'est pas le cas des 3 terminaux testés!) et bien vérifier qu'il ne serve pas uniquement à faire de la navigation routière - notamment qu'on puisse utiliser facilement les positions GPS mesurées.

Concernant les débits de transmission, il est important que le terminal permettant au départ de communiquer en EDGE ou GPRS puisse évoluer vers la 3G (voire plus HSPDA) ou le Wifi, surtout pour les TabletPC qui ne sont pas vendus avec des abonnements, et dont la durée de vie est relativement longue par rapport aux évolutions des offres télécoms.

2.2. Le téléphone ... entre toutes les mains

Le Nokia N95 est un smartphone multifonctions qui possède un récepteur GPS, livré avec le programme "Maps". Il fait office d'appareil photo numérique de 5 Megapixels et possède les fonctionnalités multimédia. Son prix dépend de l'abonnement, mais tourne autour de 600 à 900 Euros.

Le smartphone offre une grande facilité d'utilisation et de multiples options, mais l'**important est qu'avec l'évolution du marché des téléphones mobiles, on peut s'attendre à ce que d'ici peu chaque agent possède un téléphone GPS**. Autant que possible (et pour à peine plus cher), il faudra choisir un modèle de téléphone qui permette une utilisation optimale de l'application de transfert d'images, c'est à dire :

- Un appareil photo, et une carte Sim, qui permette d'envoyer les photos en qualité réduite par e-mail;
- Un GPS intégré qui donne accès aux coordonnées des positions mesurées.

Le téléphone peut héberger beaucoup d'applications en dehors du transfert d'images; néanmoins l'ergonomie des applications doit être conçue spécifiquement pour chaque type de terminal, ce qui reste un handicap par rapport à un PC.

2.3. Le PDA ... entre 2 chaises

Entre smartphone et PC, les raisons de choisir un PDA ne sont, à notre avis, pas évidentes: ils dépendront en effet beaucoup de l'utilisation envisagée, et de son utilisateur. Pour un agent sur le terrain, il faudra privilégier un terminal robuste et facile d'utilisation. Si la fonction téléphonie est primordiale, le choix d'un smartphone semble plus adapté, car il faut selon les modèles une oreillette pour téléphoner avec un PDA.
Si on envisage de l'utiliser pour d'autres applications telles que des applications d'entretien routier ou liées aux astreintes, ou pour la main courante, une configuration de PDA un peu « musclée » peut être une option intéressante, d'autant plus qu'il existe des PDA « durcis » adaptés au terrain (par exemple le Gotive H42 que nous avons testé en 2005 pour la main-courante embarquée Serpe). Le PDA peut également être pertinent pour un cadre, lors d'astreintes ou de missions de terrain.

Le terminal HTC X7500 que nous avons testé fonctionne sous Windows Mobile et permet de travailler facilement avec le clavier Azerty sur les documents Microsoft Office, d'envoyer et de recevoir des mails, est bien équipé: GPS incorporé, logiciel TomTom Navigator 6, connectivité 3G / HSDPA et le WiFi permettent de naviguer à haut débit, disque dur de 8 Go ainsi que lecteur de carte miniSD, caméra 3.0 Mégapixels avec flash et mise au point automatique. L'atout principal du HTC est sa facilité de communication, avec son clavier qui permet d'accéder (en mode dégradé, certes) à de nombreuses applications, pour moins de 1000 Euros.

Néanmoins, pour l'application de transfert d'images qui était notre principale préoccupation, ce PDA s'est avéré moins pratique que le smartphone, avec des difficultés notamment pour récupérer la position GPS des prises de vues, et utiliser certains logiciels sous Windows Mobile.

De manière générale, le positionnement des PDA - entre les PC portables et des téléphones de plus en plus intelligents - est difficile, les frontières devenant très floues.
D'un côté, un téléphone « intelligent » (smartphone) comme le N95 est quasiment au niveau fonctionnel d'un PDA (et au prix d'ailleurs); les téléphones Nokia disposent d'outils de développements pour divers langages sous Symbian, qui permettent de produire des applications. Il existe déjà pour les smartphones et PDA de nombreuses applications facilement téléchargeables sur Internet (gratuites – telles que Sportstracker - ou pas) qui permettent d'étendre les fonctions de ces terminaux (GPS notamment). Le futur OS Android de Google ou l'iPhone d'Apple montrent que les applications pour téléphone portable vont beaucoup évoluer dans les prochaines années.

D'un autre côté, les PC portables communiquants deviennent de plus en plus légers et bon marché (pas si vite qu'espéré néanmoins!), et surtout, l'amélioration des réseaux sans fil fait qu'on peut reporter plus de traitements côté serveur et donc se contenter de terminaux moins puissants[5]. Des matériels tels que le ASUS EEE[6], PC sans disque dur donc relativement robuste, communiquant par Wifi mais éventuellement aussi connectable à un modem GSM ou à un appareil photo, et très bon marché (300 €), sont à considérer comme un compromis intéressant entre le Tablet PC et le PDA.

PC portable Asus EEE : *système d'exploitation Linux, compatible Windows XP, mémoire 512 Mo, stockage 4 Go, compatible Wi-fi, 300 €.*

[5]Quitte aussi à se limiter aux besoins utilisateurs prioritaires. Par exemple, une main-courante embarquée n'a pas forcément d'une cartographie comme sur un PC fixe: l'application cliente devient alors facilement hébergeable sur un PDA (ou un téléphone).
[6]http://eeepc.asus.com/fr/product.htm

2.4. Le Tablet PC ... cher mais comme à la maison

Ordinateur portable durci sous Windows XP, le Toughbook CF-19 coûte environ 4000 Euros avec un support de fixation. Le Tablet PC associe toutes les fonctions d'un ordinateur portable, robustesse et facilité d'utilisation, ainsi qu'un mode « tablet » avec son écran tactile : pour cela, il suffit de faire tourner l'écran couleur de 10,4 pouces à 180 degrés à la verticale et de le faire pivoter sur le clavier. Le CF-19 pèse 2,3 kg. Il permet d'héberger plusieurs applications presque aussi facilement que sur un PC de bureau, ce que ne permettent pas encore des terminaux de poche (PDA/smartphones, pour lesquels la conception d'une application doit être étudiée de manière très spécifique). Le TabletPC reste donc aujourd'hui la solution à privilégier dès qu'on veut déployer des applications un peu complexes, à condition d'y mettre les moyens - mais les coûts du matériel sont loin d'être prépondérants dans le déploiement des applications embarquées, qui doit être vu comme une opération d'informatisation à part entière, et dont les coûts globaux doivent être considérés à moyen terme.
Cependant la question du coût peut nous amener à réfléchir; en effet, la version industrielle (plus robuste) coûte presque 3 fois plus cher qu'un portable classique de bureau. La question est de savoir s'il ne faudrait pas plutôt acheter 3 terminaux de bureaux (voire 10 mini-PC type Asus EEE!) pour 1 de terrain, quitte à les remplacer plus souvent. Une évaluation avec les agents d'exploitation concernés peut permettre de répondre, ou un retour d'expérience des autres services qui ont déjà testé.
En outre, les conditions d'utilisation à bord du véhicule d'intervention restent à améliorer - notamment le support de fixation -, et dépendent beaucoup du fait que la patrouille soit effectuée par un ou deux agents.
Aujourd'hui, les patrouilleurs ne sont en général pas équipés d'ordinateurs portables, mais certains services commencent à l'envisager voire à déployer ce type de terminaux pour des applications de main-courante (type SERPE), et dans ces conditions, pourquoi pas en profiter pour faire aussi du transfert d'images ?
Un Tablet PC peut aussi, de par ces capacités, servir de « valise » du cadre d'astreinte.

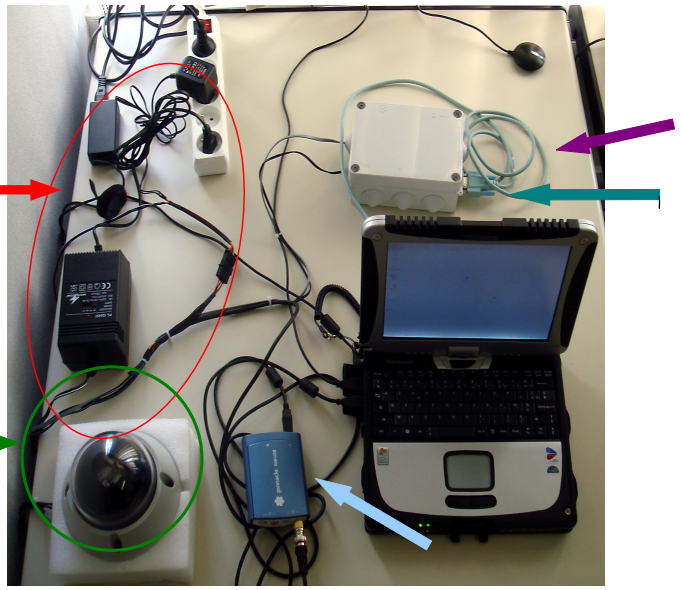
2.5. Prise de vue par caméra

- *Caméra Dôme*

La PowerDome Lite VPD4 est une caméra-dôme couleur haute vitesse, capable de résister à des températures allant de -10 à +40°C. Elle prend, pour notre application des photos de dimensions 352x288 pixels et des vidéos à une fréquence de 12 images par seconde. Son prix (avec l'ensemble du matériel d'acquisition - boîtiers et connectique) est d'environ 1000 € .

- *Présentation de l'ensemble du système d'acquisition lié à TIGER*

L'ensemble d'acquisition de photos / vidéo lié au Tablet-PC se présente sous la forme suivante:



Carte d'acquisition caméra

Les branchements sont assez lourds à réaliser, mais bien sûr c'est un prototype. Il est possible d'alimenter le dispositif grâce à l'allume-cigare d'un véhicule, le PC fonctionnant alors avec sa batterie (ou sur l'allume-cigare à condition d'acheter un adaptateur double-sortie).

- *Interface logiciel pour prise de vue.*

Les fonctionnalités de l'application TIGER-caméra sur Tablet PC sont présentées brièvement au chapitre suivant, et sont décrites en détail dans le manuel d'utilisation. Il faut noter que rien n'empêche de prendre des photos avec tout autre appareil ou caméra, de mettre ces images sur le PC et de les envoyer par mail, avec ou sans Tiger.

- *Adaptation à d'autres matériels de prise de vue*

Tiger peut être adapté à d'autres matériels. Il peut fonctionner avec toute caméra analogique (par la sortie PAL), y compris un caméscope, sauf le pilotage qui dépend du protocole constructeur. A chaque nouveau matériel, il faut développer une interface avec le driver (pilote) de caméra. Idem pour les caméras numériques. Les caméras motorisées, numériques (Axis, Sony, etc.) ou pas, nécessitent en général une alimentation séparée. Les Webcams peuvent être alimentées par le port USB du tablet PC, mais là encore il faut s'interfacer avec le driver fourni avec Windows pour les piloter.

3. Evaluation des logiciels

3.1. Présentation des applications TIGER

La version 1 a été présentée dans un premier rapport[7] publié en septembre 2007.

Principes fonctionnels et techniques

On distingue trois types d'utilisateurs:
- les **patrouilleurs** qui peuvent prendre des photos ou des vidéos sur le terrain et les envoyer vers un serveur;
- des utilisateurs distants (**opérateurs** de PC ou CIGT, décideurs en salle de crise, voire médias) qui ont accès ont aux images envoyées par les patrouilleurs ou autres agents sur le terrain, et peuvent éventuellement piloter à distance une caméra dôme embarquée ;
- l'**administrateur** technique de l'application informatique.

Au niveau du terrain, les fichiers peuvent être envoyés à partir des différents matériels : Tablet PC, mais aussi téléphone (Nokia N-95), ou PDA (HTC X 7500). Le patrouilleur ou un autre agent d'exploitation peut également piloter une caméra dôme située dans un véhicule d'intervention depuis un Tablet PC.
Au niveau du PC ou d'un poste fixe, il est possible via le web de visualiser sur une carte les prises de vue envoyées depuis le terrain. Il est également possible de pouvoir piloter la caméra à distance, même si cette fonction n'a pas été que partiellement réalisée dans le cadre du prototype Tiger.

Le système s'appuie sur un serveur Web qui sert de base de données permettant une consultation des images via un accès internet et l'envoi d'e-mails à une liste de diffusion, afin d'informer de l'arrivée de nouvelles images.
Bien que développées dans le cadre du même projet, il y a deux applications distinctes (et indépendantes):

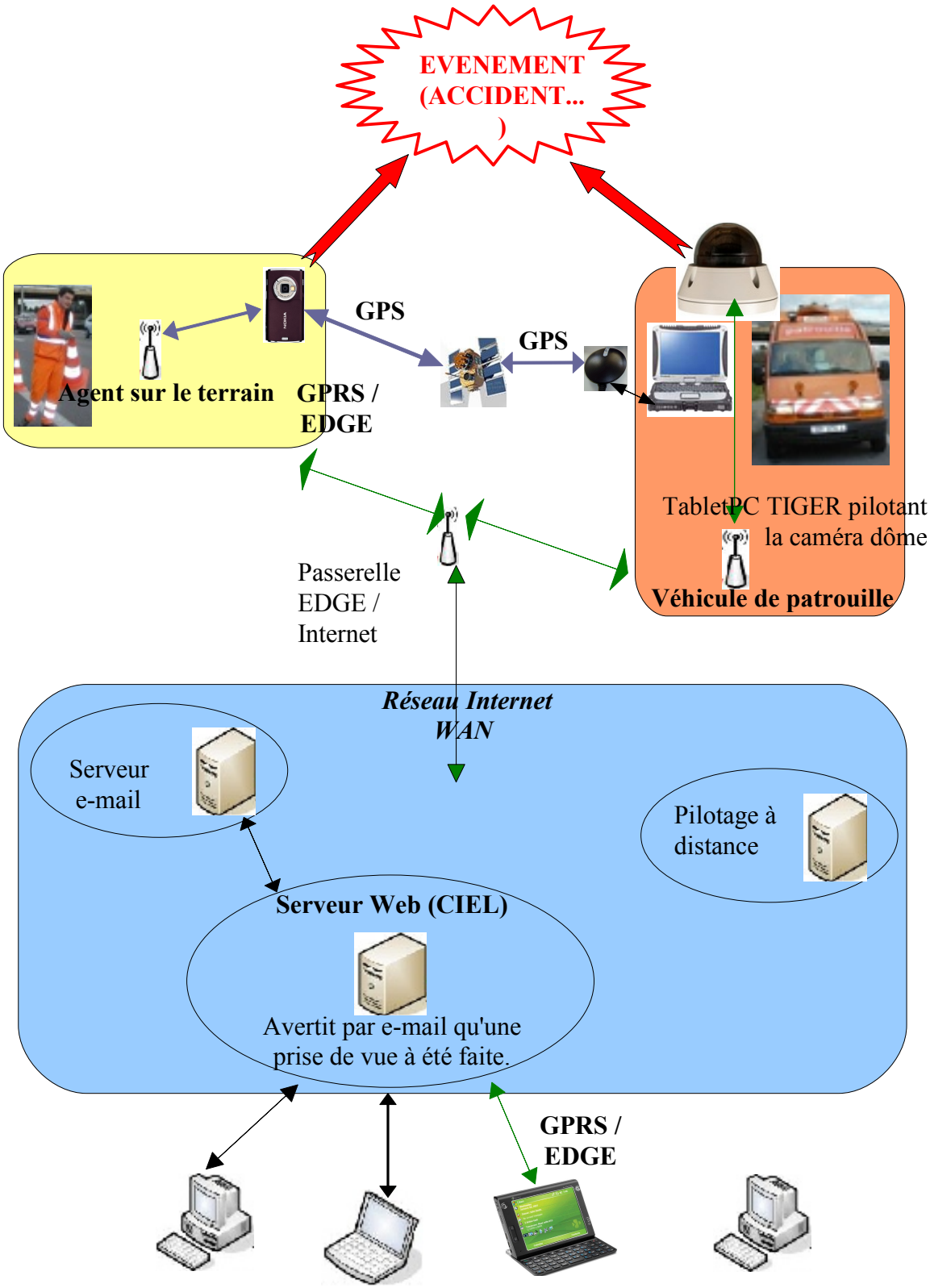
« TIGER – caméra » est développé en Borland Delphi v7;
« TIGER web » en PHP et javascript.

Diagramme de fonctionnement de l'application

Ce diagramme synthétise le fonctionnement de l'application Tiger et les réseaux utilisés. Il indique aussi dans quel contexte chaque type de terminal peut être utilisé.

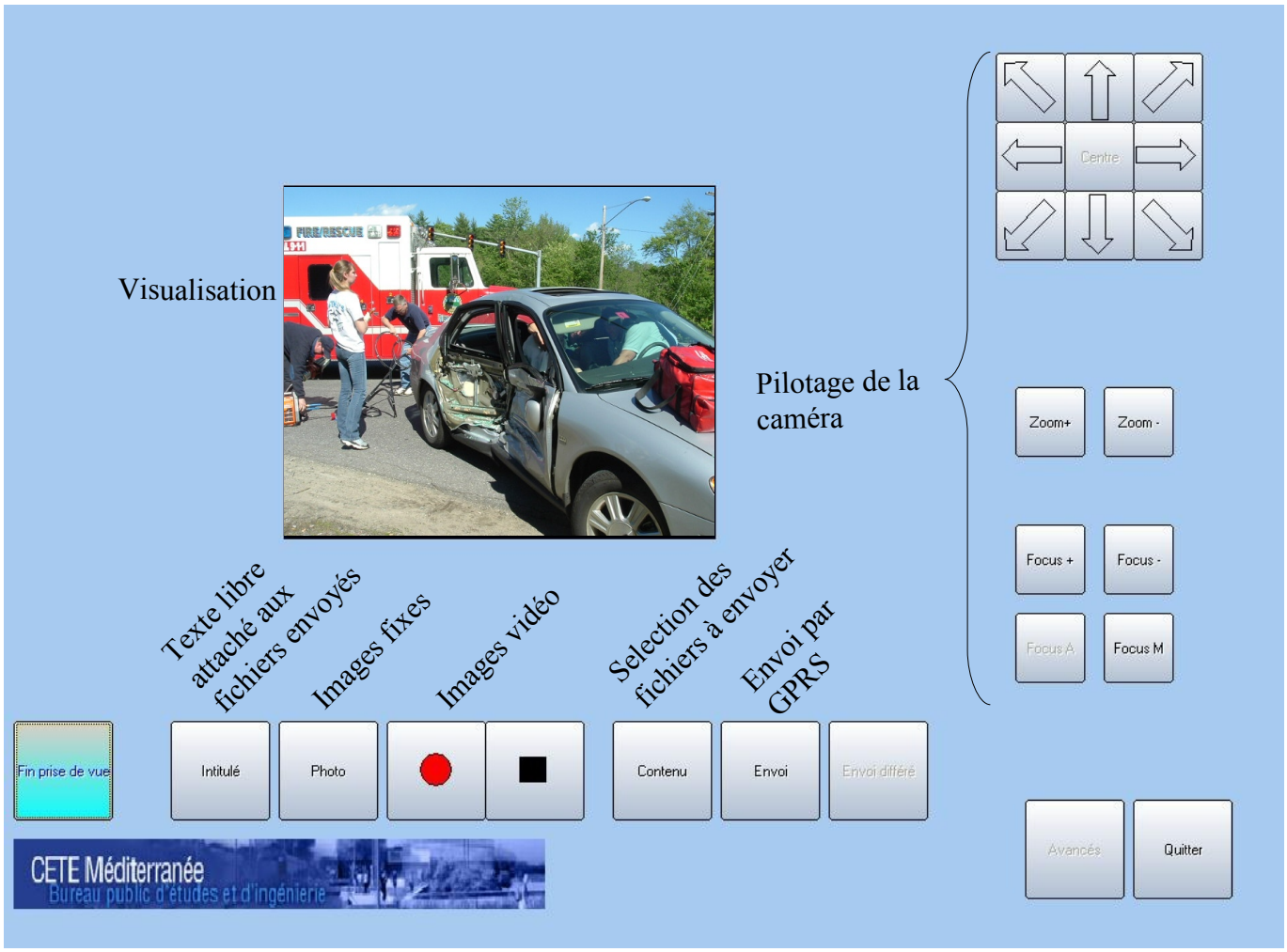
[7] http://www.cete-mediterranee.fr/tt13/www/article.php3?id_article=103

Diagramme simplifié du fonctionnement de l'application TIGER et utilisation des différents terminaux:

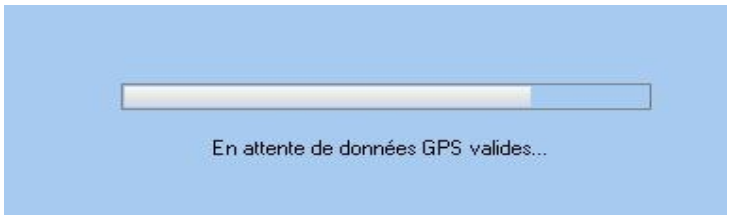


Fonctionnement de TIGER caméra

La copie d'écran ci-dessous permet de voir les fonctionnalités de l'outil embarqué.



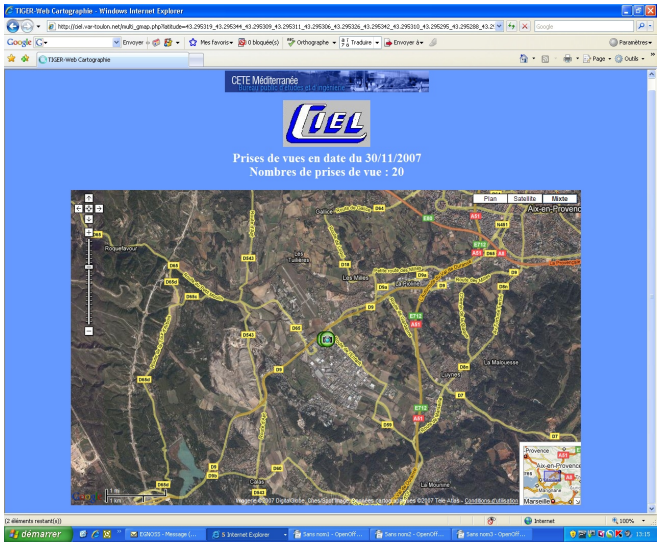
L'appui sur l'icône Prise de Vue permet la connexion au GPS et de données de positionnement valides.



Même en l'absence de données GPS suffisamment précises, les prises de vue sont possibles, mais le fichier des données GPS sera vide.

Fonctionnement de TIGER web

L'adresse du serveur est la suivante : http://ciel.var-toulon.net/ (login/mot de passe demandés pour se connecter)
Dans la nouvelle version, les utilisateurs mobiles peuvent envoyer des prises de vue par e-mail, et chaque prise de vue est localisable sur un fond de carte Google Maps en cliquant sur un lien.



3.2. Un premier bilan sur l'application TIGER

Nous avons effectué une recette de la nouvelle version de l'application. Les premiers tests techniques du prototype sont concluants, sauf le pilotage à distance de la caméra pour l'instant.

Performances du transfert d'images

- **Résolution des prises de vues :**

La résolution des photos transférées est de 96x96 ppi (pixel par pouce), soit une taille de fichiers de moins de 50 Ko.
Les vidéos ont une fréquence d'images de 25 trames / seconde, un débit de données de 128 kbps; avec la compression utilisée (MPEG4-V2), une vidéo de 10 secondes pèse environ 1Mo.

- **Format et temps d'envoi :**

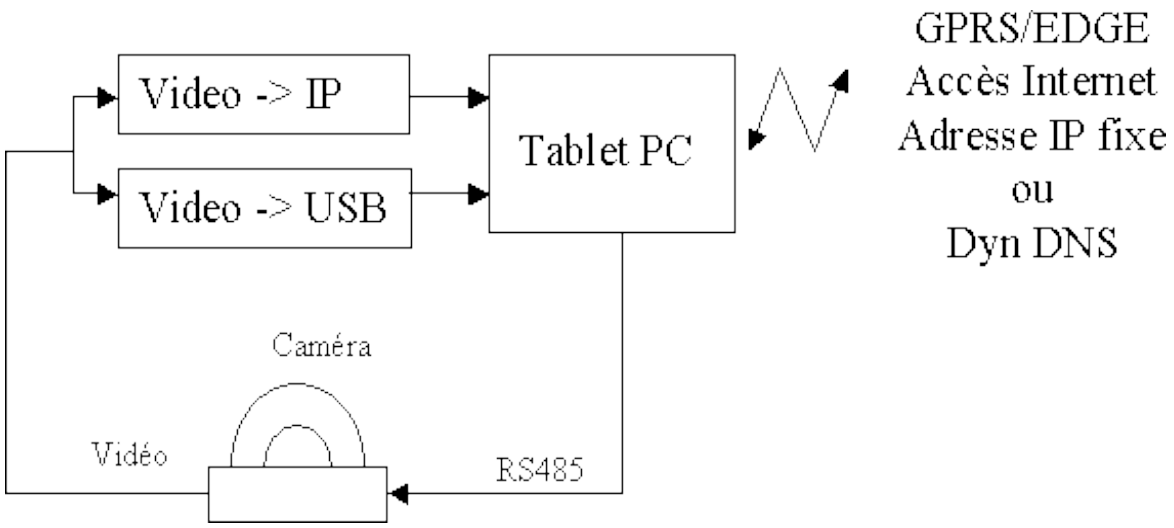
L'envoi des fichiers se fait par GPRS/ EDGE. Il faut toutefois préciser que dans le cas où la couverture serait trop faible ou que le GPRS serait déconnecté, il est possible d'envoyer les photos prises grâce à une option d'envoi différé. Avec un débit EDGE de 32 kbps, on met environ 5 secondes à envoyer une photo, et environ 20 secondes à envoyer une vidéo.

Pilotage à distance de la caméra

Pour le pilotage à distance de la caméra, le besoin est non seulement que l'opérateur PC distant puisse voir les images en direct et piloter la caméra, mais aussi qu'il puisse enregistrer les images sur le serveur Web. En pratique, depuis l'application Tiger-web, l'opérateur distant accède au pilotage distant via un bouton "live", qui est en fait un lien vers un serveur web installé sur le Tablet PC et permettant le pilotage de la caméra qui y est connectée depuis un navigateur, ainsi que la prise de photo et d'enregistrement vidéo (afin de transférer vers le serveur Web, une fois la session de pilotage déconnectée: cependant cette dernière fonction n'a pas encore été implémentée, bien que prévue à l'origine).
Si la bande passante le permettait, la solution la plus simple serait d'accéder à l'application de pilotage local via un logiciel de prise de contrôle à distance (de type VNC[8]). Le problème est que les images vidéo

[8]VNC (Virtual Network Computing) est un logiciel ouvert pour se connecter à un ordinateur distant. Il permet de transmettre les saisies au clavier ainsi que les clics de souris d'un ordinateur à l'autre, à travers un réseau informatique

animées ne pourraient pas passer dans le flux VNC car trop lourdes, a fortiori sur une liaison GPRS. Par conséquent, le pilotage à distance dispose de fonctionnalités limitées par rapport à Tiger-caméra, l'application de pilotage local. Evidemment, la caméra n'est pilotable que par un utilisateur à la fois, et le serveur doit préciser à l'opérateur si la caméra est accessible.
Un boîtier de codage vidéo sur IP est utilisé en parallèle du boîtier de codage vidéo sur USB, ce qui permet de dissocier les fonctions d'enregistrement photo et vidéo (USB), et de transmission vidéo temps-réel (IP). Le fait d'utiliser un boîtier IP permet d'utiliser toute caméra analogique (à condition de s'interfacer au driver de cette caméra). .



Le logiciel fonctionne si le PC fixe se connecte au Tablet PC via l'ADSL, mais deux problèmes restent à résoudre au niveau du réseau :

- d'une part, le Tablet PC doit être accessible depuis une adresse IP (fixe, ou dynamique via DynDNS). Or, avec un abonnement de base, l'adresse IP d'un mobile GPRS n'est pas accessible depuis l'internet ; c'est un service supplémentaire à demander à l'opérateur GSM (qui a déjà été mis en place par ailleurs pour d'autres applications du CETE);
- d'autre part, pour accéder depuis un poste fixe situé sur l'intranet du CETE (et du ministère), il faudrait configurer l'accès au réseau pour autoriser cette application.

Par ailleurs, le délai de transmission ne permet pas un pilotage interactif de la caméra. Des propositions d'amélioration fonctionnelle sont faites à ce sujet dans le chapitre suivant.
Néanmoins, on peut considérer que le prototype en l'état apporte déjà un plus par rapport à une situation actuelle où aucune image n'est disponible, et que les problèmes identifiés sont solubles sans bouleverser l'architecture proposée ni le coût de la solution.

Présentation de l'application aux patrouilleurs

La DIR MED possède déjà des TabletPC Panasonic acquis pour des tests de SERPE embarqué. Quelques contacts sur le terrain nous ont permis de nous faire une meilleure idée de leurs attentes en matière de transfert d'images :

- être au courant au PC d'un incident en cours dans une zone non couverte par des caméras, et avoir un aperçu de son étendue grâce aux images;
- prendre des photos localisées du patrimoine routier pour traiter les dégâts au domaine public;
- assister en temps réel à l'intervention des patrouilleurs afin de les diriger, les conseiller;
- informer précisément la hiérarchie afin qu'elle prenne des décisions en fonction de ce qu'elle peut voir.

Néanmoins, la mise en place d'un tel outil n'est pas absolument pas à l'ordre du jour à la DIRMED et pas demandé par les opérateurs et cadres du CIGT, qui ont d'autres priorités. Les terminaux embarqués Panasonic ne sont pas montés pour l'instant dans les fourgons pour la main-courante embarqué, car il reste à trouver rapidement une solution de support de fixation dans les véhicules.
Le matériel a été également présenté aux patrouilles des CRS. Ils se sont révélés nettement plus enthousiastes vis à vis de la caméra et du GPS embarqué, et nous ont laissé installer le matériel sur un véhicule de patrouille afin de faire des essais de prises de vue sur l'autoroute. Il s'est avéré que la qualité des images de la caméra dôme était insuffisante pour pouvoir lire les plaques d'immatriculation (principal intérêt pour les CRS), cependant la possibilité de localiser des photos et des vidéos les intéresse vivement.

Propositions d'amélioration

Plusieurs propositions d'amélioration concernant les terminaux ont été faites et sont décrites dans le rapport de stage détaillé. En ce qui concerne les logiciels, l'application Tiger est assez facile d'utilisation et l'affichage cartographique est de bonne qualité. Il y a plusieurs points à améliorer, cependant:
Configuration : de manière générale, l'application devrait être plus configurable. Par exemple, il faudrait pouvoir configurer la liste des destinataires avertis par e-mail de la réception de photo. De même, la capacité des répertoires d'images du serveur devrait pouvoir être gérée facilement (nous avons eu une erreur lors des tests pour cause de quota atteint).
Accès aux prises de vue : les requêtes à la base de données photos/vidéo devraient être plus souples. Par exemple, il serait utile de pouvoir sélectionner les images sur une plage de temps plutôt que par journée, par exemple pour des études de sécurité.
Présentation cartographique des images : il serait utile des différencier les icônes sur la carte en fonction de l'expéditeur (ou du type d'image): téléphone, caméra, etc.
Affichage du traitement en cours : pour éviter de faire échouer l'envoi d'une vidéo, l'affichage d'un sablier indiquant que la compression vidéo est en cours serait très utile. En effet, si l'on ne patiente pas avant de cliquer sur 'envoyer', la vidéo ne peut pas être transférée. Un sablier d'attente pourrait aussi être ajouté au moment de l' envoi des mails d'avertissement, car il est facile de quitter l'application une fois que *transfert terminé* est affiché, alors que l' envoi du mail se fait juste après.
Pilotage de caméra à distance: ce point n'était pas une priorité dans le projet, mais a été implémenté car faisable dans notre budget, intéressant pour les exploitants, et améliorable dans un 2ème temps si besoin. L'ergonomie du pilotage de caméra à distance a notamment été étudiée au CETE Méditerranée dans le cadre du projet PKV[9], logiciel open source de pilotage de caméra LCR, dont il existe une version ADSL et une version web qui a été testée pour piloter une caméra. Le retour d'expériences de ce projet amènerait à deux propositions d'amélioration essentielles (outre les questions de réseaux, à résoudre par ailleurs, et l'éventuelle adaptation à d'autres drivers de caméras) :

- d'une part, la possibilité de positionner la direction de la caméra à partir d'une mini-carte (ce qui impliquerait, puisque la caméra est mobile, d'utiliser sa position GPS et un serveur de fond de carte), car le délai de réaction de l'ordre de la seconde est très gênant pour un vrai pilotage interactif;
- d'autre part, la possibilité d'interrompre temporairement la remontée d'images vidéo pour récupérer une image fixe à la pleine résolution de la caméra, pour voir si besoin certains détails de la scène. En effet, l'affichage d'une vignette vidéo temps réel transmise par GPRS suffit pour les besoins courants de l'exploitant, néanmoins une résolution sur une image fixe sera parfois très utile.

Lien avec une main-courante de type SERPE :

L'application Tiger est indépendante de la main-courante Serpe. Fonctionnellement, elles se complètent car Tiger pourrait apporter des images d'un événement saisi dans Serpe. Il serait donc intéressant d'ajouter un champ image dans la fiche événement de Serpe, contenant une adresse Url pointant sur l'image correspondante dans Tiger-web. Cela suppose que Tiger-web associe une Url bien définie à chaque prise de vue, ce qui est le cas. Le même principe permettrait d'ailleurs d'ajouter des

[9] http://www.equidyn.fr/rubrique.php3?id_rubrique=17

informations temps réel dans SERPE (niveau de trafic, message PMV, état d'une caméra...), à condition que les frontaux de pilotage des équipements sachent répondre à une requête formulée dans l'URL (architecture REST).

4. Services de transfert d'images et géolocalisation sur le web

Les fonctionnalités de transfert d'images localisées utiles aux exploitants routiers sont bien sûr demandées par beaucoup d'autres utilisateurs y compris grand public, et il est par conséquent intéressant d'étudier les nouveaux services qui fleurissent sur Web dans ce domaine (services généralement publics, mais qui peuvent être gratuits ou payants). En effet, les exploitants routiers pourraient éventuellement les utiliser « tels quels », s'ils correspondent à leurs besoins, ou en tout cas, si les services grand public ne répondent pas à tous leurs besoin, reprendre des idées inspirées de ces services dans les cahiers des charges d'applications spécifiques (comme Tiger) à faire développer par des industriels.

En outre, un grand nombre de logiciels open source ont été développés afin de traiter des coordonnées GPS ou plus largement des données géo-référencées, de traiter des images ou des vidéos, de communiquer avec des mobiles via le web, etc. , parmi lesquels certains sont des références, directement utilisables comme librairies dans des applications professionnelles (ogr, exiftool...), et d'autres un peu moins, ou sont des applications destinées aux utilisateurs finaux qui restent toutefois intéressantes (prune, gpsbabel...). A minima, une veille sur ces produits s'impose...

4.1. Sportstracker : enregistrement de tournées

Ce programme développé par Nokia est mis à disposition gratuitement sur Internet, en version bêta. Une fois relié à un récepteur GPS interne (du Nokia N95 en l'occurrence) ou à un récepteur externe Bluetooth, Sportstracker permet d'afficher différentes informations à l'écran dont la vitesse en cours, la distance parcourue ou le temps d'activité d'un sport donné (course à pied, vélo, etc.). Il produit différentes statistiques, dont une courbe des vitesses ou distances parcourues, et s'intègre au calendrier des smartphones Nokia. Pour chaque jour où le programme a été utilisé, un résumé des parcours effectués s'affiche. A noter enfin que Sports Tracker permet d'exporter des trajets GPS au format KML pour visualiser après coup son parcours sur Google Earth.

Sportstracker peut clairement servir à enregistrer des tournées de patrouille; les données peuvent ensuite être archivées au format KML, qui permet aussi de les publier sous Google Maps (à condition d'utiliser un compte Google pour créer ses cartes personnalisées), ou de les convertir vers des formats SIG, et d'autres outils (comme l'application CapVista de base de données temps de parcours développée récemment par le CETE).

4.2. Shoot and Proof : certification de photos

Aujourd'hui, avec l'avènement de la photo numérique, il est difficile de différencier une copie d'un original. « Shoot&Proof » est un service créé par la jeune société française CodaSystems qui répond à cette problématique, en offrant la possibilité de prendre des photos numériques originales infalsifiables, grâce à un téléphone mobile équipé d'un appareil photo.

Les photos sont horodatées, géolocalisées (si le mobile est doté d'un GPS ou si l'opérateur autorise la géolocalisation GSM), envoyées sur un serveur sécurisé et conservées 1 an. Seul l'utilisateur a accès aux photos originales et aux informations liées, et garde un contrôle absolu sur celles-ci.

Les photos « Shoot&Proof » ont une valeur probante devant les tribunaux et sont opposables à des tiers, ce qui confère à la solution une valeur légale. Dans le cas de notre besoin, ce logiciel pourrait servir à défendre les intérêts d'un exploitant routier, comme une DIR, lors des contentieux avec les assurances

concernant les dégâts au domaine public (sur les voies rapides de Marseille, le réseau subit environ 1600 accidents / an, dont 900 contentieux: pouvoir établir de façon incontestable l'exécution des missions des patrouilleurs devrait permettre d'augmenter les recouvrements sur Dégâts au Domaine Public - 600 k€/an actuellement - qui n'incombent pas à la collectivité publique mais aux assurances).

Nous avons rencontré certaines difficultés à installer le logiciel. En effet, le téléphone N95 étant récent, et malgré quelques contacts avec la société Shoot and Proof, nous ne sommes pas parvenus à faire fonctionner le service correctement. Néanmoins, ce type de service a clairement un intérêt, et doit être suivi de près.

4.3. Autres services

Il existe bien d'autres services de stockage d'images sur le web, disposant de plus en plus de la possibilité de localisation et d'accès depuis les mobiles (citons flickr, locr, par exemple). Nous présentons deux services ici qui apportent des idées intéressantes, même si ces services ne seront sans doute pas très pérennes...

VeoGeo : évolution d'une vidéo sur carte

VeoGeo est un site qui synchronise des vidéos avec des enregistrements GPS, ce qui permet de visionner en simultané le parcours sur Google Maps (avec courbes de vitesse et de dénivelé) et la vidéo. Cette application serait intéressante pour pouvoir visualiser en différé le parcours des patrouilleurs ou d'autres véhicules de service, mais pas pour l'exploitation en temps réel. Pour cette application de calage vidéo/parcours (utilisée pour les besoins des Laboratoires Régionaux notamment), il faudrait utiliser un GPS externe car les terminaux que nous voulions utiliser, à savoir smartphone et PDA, ne permettaient pas d'utiliser leurs GPS en mode « enregistrement de parcours ».

Shozu : envoi de fichiers et d'images

Shozu permet aux utilisateurs d'envoyer et de recevoir des photos, des vidéos ou tout type de contenu en toute simplicité (un simple clic), où qu'ils se trouvent, avec leur téléphone portable. Potentiellement, l'architecture ouverte ShoZu permettrait d'élargir le service pour une utilisation dédiée à une communauté d'utilisateurs; l'intérêt est surtout la facilité d'utilisation.

5. Propositions de suites à donner

5.1. Vers un cahier des charges fonctionnel

Avec le projet Tiger, l'objectif du CETE n'était pas de réaliser un produit directement déployable de manière opérationnelle, mais un prototype qui réponde aux attentes des exploitants de la route (DIR, Conseils Généraux, sociétés concessionnaires d'autoroutes...) et permette d'envisager une application opérationnelle. Les premières évaluations auxquelles nous avons participé ont déjà permis d'améliorer l'application, de tester différents types de terminaux, de soumettre le prototype à des utilisateurs potentiels. La prochaine étape sera donc, si des services d'exploitation routière décident d'investir dans des systèmes embarqués permettant (entre autres) le transfert d'images, de contribuer aux cahiers des charges de ces applications. Pour cela, il faudra continuer à valoriser l'application Tiger et la démontrer sur le terrain.

Dans cet esprit, l'examen des services « grand public » et logiciels open source de transfert d'images fixes ou animées sur l'Internet mobile, éventuellement géo-localisées ou sécurisées, nous semble utile pour analyser les besoins, établir un cahier des charges fonctionnel, voire concevoir des solutions techniques.

Les quelques points importants à intégrer dans un cahier de charges pour une application de transfert d'images à partir de l'expérience acquise avec Tiger concernent notamment l'étude d'opportunité de l'application, sa cohérence avec la main-courante et les autres outils des exploitants, les caractéristiques des terminaux et caméras, les fonctionnalités de transfert d'image, de visualisation cartographique, et de pilotage à distance de la caméra, ainsi que les possibilités d'évolution.

5.2. Eléments pour une étude d'opportunité de déploiement de mobiles GPS

Avant même d'établir un cahier des charges de réalisation, il s'agit de valider l'opportunité de telles applications après analyse des besoins prioritaires : par exemple pour des applications de main-courante embarquée, l'opportunité dépendra notamment du type de réseau à exploiter, de l'organisation des services, de l'acceptation du suivi GPS par les agents. Pour un exploitant routier qui n'a pas encore déployé d'applications embarquées dans ses services (la grande majorité d'entre eux), il peut apparaître opportun d'intégrer l'application de transfert d'images dans un projet de main-courante d'exploitation embarquée, qui implique l'ensemble des personnels: agents, opérateurs et cadres des centres d'entretien et PC de gestion de trafic. Dans une telle configuration, on peut envisager un déploiement « mixte » (qui comprendra aussi des PC fixes), par exemple :

- un téléphone GPS par agent
- un PDA pour les cadres
- un tablet PC pilotant une caméra dôme pour quelques fourgons, pouvant aussi être utilisé pour d'autres besoins (mesures de laboratoire, événement particulier ou journée « noire » Bison Fûté).

L'estimation du coût complet d'investissement et de fonctionnement comprendra le prix du matériel et des abonnements, par centre, selon le nombre d'agents équipés, ainsi que les coûts des logiciels pour l'ensemble des services.

A titre d'exemple, nous avons réalisé un tableau récapitulatif du prix d'acquisition et d'utilisation de chaque matériel en vue d'une utilisation avec TIGER :

FRAIS FIXES (achat)	**NOKIA N-95**	**HTC X7500**	**TABLET PC**
Achat matériel	640 € HT	844 € HT	4000 € HT
Équipements (câbles, caméra...)	/	/	~ 1000 €
Logiciel TIGER (Ciel)	entre 500 et 1000 € par poste (non commercialisé aujourd'hui)		
Total frais fixes	~ 1640 € HT	~ 1844 € HT	~ 5 000 € HT
FRAIS DE LOCATION			
Abonnement	forfait SFR pro EDGE / GPRS illimité 54,50 € HT / mois (654 € HT / an)	même carte SIM que le N95 54,50€ HT / mois (654 € HT / an)	forfait Bouygues data haut-débit seul 50Mo 27 € HT / mois (324 € HT / an)
Location serveur	1650 HT € / an		
Total frais de location	~ 2304 € HT / an	~ 2304 € HT / an	~ 1974 € HT / an

5.3. Suites possibles pour le prototype

Le CETE va désormais surtout chercher à valoriser les leçons fonctionnelles tirées de cette expérimentation, et pas forcément à faire évoluer le prototype. Néanmoins nous avons proposé ici plusieurs améliorations, et il serait possible de les réaliser. En effet, les livrables dus au CETE par le prestataire CIEL sont l'application (web+PC), code et documentation, lui permettront de faire évoluer Tiger comme bon lui semble à l'issue du marché (à condition évidemment d'acheter les licences des outils nécessaires, à savoir Borland/Delphi). Le CETE ne diffusera pas l'application à l'extérieur du ministère. La société CIEL pourra de son côté développer une offre sur la base de Tiger, si le marché s'avère exister.

Le CETE fournira sur demande tous les éléments fonctionnels aux gestionnaires (Conseils Généraux par exemple) qui souhaitent élaborer un cahier des charges de consultation en vue réaliser ce type d'application.

Pour une éventuelle diffusion d'un outil de transfert d'images au ministère dans les DIR ou CRICR (ce qui n'est absolument pas à l'ordre du jour), il faudrait soit lancer un marché de maintenance/évolution de Tiger, mais plus certainement revoir le cahier des charges initial et lancer un développement nouveau, notamment pour adapter la solution technique de Tiger à nos contraintes informatiques internes.

ANNEXES.

Références

- **AGPS**

– Dossier sur l'AGPS « Le principe de fonctionnement, les enjeux, les terminaux, les retards des opérateurs », 10/06/2005; *http://www.mobinaute.com/62097-dossier-a-gps.html*
– Article sur l'AGPS, site officiel de Nokia, 2007; *http://www.nokia.fr/A4484407*

- **EGNOS**

– Portail sur EGNOS, site officiel de l'ESA, dernière mise à jour le 17/07/2007; *http://www.esa.int/esaNA/egnos.html*

- **Nokia**

– Site officiel de Nokia avec description du N-95 et liens vers les logiciels téléchargeables : *http://www.nokia.fr/*
– Description commerciale du N-95 et avis d'utilisateurs : *http://www.lesmobiles.com/telephones/mobiles_nokia.html*
– Articles sur les logiciels permettant de géoréférencer des photos prises à partir d'un N-95 :

« How to geotag photographs on the Nokia N-95 for Google My Maps and Flickr », 26/04/2007; *http://digitalurban.blogspot.com/2007/04/how-to-geotag-photographs-from-nokia.html*

– « N95+photo=>ShoZu=>Flickr=>GeoRSS=>Google Maps », 29/04/2007; *http://www.ogleearth.com/2007/04/n95_photo_shozu.html*

- **HTC X-7500**

– Description commerciale et avis d'utilisateurs : *http://www.01net.com/fiche-produit/fiche-technique-1585/pda--pda-communicants-htc-x7500-advantage/*
– Site descriptif pour l'utilisation du GPS du HTC X7500, 20/04/2007; *http://www.ppccool.com/index.php?showtopic=6403*

- **Panasonic Toughbook**

– Article descriptif sur le CF-19 « Le Toughbook convertible », site officiel des Toughbook, *http://www.toughbook-europe.com/FRA/ordinateur_portable_cf-19.aspx*

- **Tiger**

– Site hébergeant TIGER : *http://ciel.var-toulon.net/login.php*
– Rapports et documentation en ligne sur *http://www.cete-mediterranee.fr/tt13/www/recherche.php3?recherche=tiger*

- **Pilotage de caméras**

– Logiciel PKV et langage de commande LCR: http://www.equidyn.fr/rubrique.php3?id_rubrique=17

- **Services web**

– Page de téléchargement du logiciel Sportstracker (lien site officiel de Nokia) : *http://research.nokia.com/research/projects/SportsTracker/index.html*
– Site internet de Sportstracker (login et mot de passe pour utiliser ce service) : *http://sportstracker.nokia.com/nts/main/index.do*
– ShoZu, article sur « L'offre de services ShoZu », 2007; *http://www.shozu.com/AboutUs/fr/shozu_proposition.html*
– VeoGeo (login et mot de passe pour pouvoir utiliser ce service) : *http://www.veogeo.com/Default.aspx*
– Shoot and Proof (login et mot de passe pour pouvoir utiliser ce service) : *https://www.shootandproof.com/index.aspx*

- Article sur le goécodage des photos (logiciels, matériels et méthodes) : *http://www.gpspassion.com/fr/articles.asp?id=219*
- Article sur le logiciel GpicSync qui permet d'insérer directement des coordonnées GPS dans les données d'une photo, 29/10/2007; *http://code.google.com/p/gpicsync/*

Glossaire

A-GPS : Assisted Ground Positionning System, s'appuie sur les données du GPS.
CETE : Centre d'Etudes Techniques de l'Equipement
CRICR : Centre Régional d'Information et de Coordination Routière
CRS : Compagnie Républicaine de Sécurité (Police Nationale)
DDE : Direction Départementale
DIR : Direction Interdépartementale des Routes
DIR MED : DIR Méditerranée
EDGE : 2,75G / Enhanced Data rates for GSM. Norme de téléphonie mobile , évolution du GSM et complément de l'UMTS (3G) permettant des transferts jusqu'à 384 kbps.
EGNOSS : European Geostationary Navigation Overlay Service, service européen de navigation par satellites.
EXIF : Exchangeable image file format**,** données incorporées au fichier d'image lui même (par exemple au fomat JPEG pour les photos). Ces métadonnées peuvent être la date ou des coordonnées GPS...
GSM : 2G / Groupe Spécial Mobile / Global System for Mobile communication. Norme numérique de seconde génération pour la téléphonie mobile.
GPRS : 2,5G / General Packet Radio Service. Norme pour la téléphonie mobile dérivée du GSM, permettant un débit de données plus élevée. (jusqu'à 150 kbps).
GPS : Global Positioning System, augmenté en Europe par le système EGNOSS.
JPEG (JPG) : Joint Photographic Experts Group, norme ouverte de compression d'images numériques. Puis cette norme a donné son nom au format de données défini et au format de fichier le plus utilisé pour contenir ces données.
kbps : Kilo bits par secondes
KML : Keyhole Markup Language est un langage basé sur XML et destiné à la gestion de l'affichage de données géospatiales dans les logiciels *Google Earth*, *Google Maps, Google Mobile* et *World Wind*.
Mpx : Méga pixel
PDA : Personal Digital Assistant
SERPE : Saisie d'Evenements Routiers sur Poste Embarqué ; application informatique développée par le CETE du Sud-Ouest
TIGER : Transmission d'Images Géolocalisées pour l'Exploitation Routière(nom du prototype)
URL: Uniform Resource Location (adresse web)
USB : Universal Serial Bus
UMTS : 3GSM / 3G / Universal Mobile Telecommunication System. Technologie de la téléphonie mobile européenne de 3ème génération.